que, si se agrega á esta observacion las de la direccion del viento y del estado del cielo, se obtine una aproximacion mayor.

Para hacer del barómetro un instrumento de pronósticos mas seguros, conviene pues sustituir á la leyenda usada comunmente, un cuadro que exponga los pronósticos que pueden deducirse de la observacion simultánea de estos tres elementos: presion atmosférica, direccion del viento y estado del cielo, y como la elevacion ó descenso del instrumento es mas importante de observar que su altura absoluta, el inventor creyó apropósito adaptar á la aguja un índice automóvil que en cualquier momento permite reconocer de una ojeada el sentido de su variacion sin necesidad de tocar al aparato.

La tabla de los pronósticos no puede ser igual en todos los climas. La que estaba espuesta se habia formado especialmente para Bélgica; podrá servir para los demás comarcas del Oeste de Europa mediante algunas rectificaciones sugeridas por las observaciones locales.

El índice automóvil revela á cada instante la tendencia del barómetro á subir ó bajar, y permite reconocer el sentido del movimiento barométrico con la misma facilidad que se lee la hora en la esfera de un reloj.

Estas dos disposiciones no pondrán en manos de los sabios un instrumento mejor que los otros; pero son apropósito para estender el uso del barómentro, presentando mas clara y cómodamente los pronósticos relativos al tiempo.

A pesar de los esfuerzos de Mathieu (de la Drome), que antes de ser comerciante, era un observador concienzudo (como lo demuestran cartas suyas que tenemos en nuestro poder); á pesar de la asociacion científica de Francia en que la ciencia puede recoger de cuando en cuando alguna migaja; á pesar de los trabajos particulares de ciertos sabios no oficiales, la prevision del tiempo no se ha elevado todavía al rango que debe ocupar, y la meteorología no ha alcanzado hasta ahora el carácter de su hermana mayor la astronomía.

Hasta que se hayan apreciado las corrientes atmosféricas y determinado sus causas, hasta que se haya podido predecir el tiempo como se predice un eclipse (y la ciencia lo conseguirá, porque todos los movimientos que se verifican en la naturaleza se hallan sometidos á *leyes*), cada cual consultará diariamente su barómetro buscando indicios particulares de la variacion del tiempo. Es, pues, legítimo que nuestros esfuerzos actuales tiendan á perfeccionar los instrumentos de que nos servimos y á interpretar sus indicaciones de la mejor manera posible.

Cuando un profesor espone á sus discípulos las leyes de los movimientos de los cuerpos celestes y de los fenómenos que de ellos resultan, se vé muchas veces detenido por la dificultad de hacerlos comprender, á causa de su complicacion y de su grande variedad. Las figuras que traza en el cuadro no bastan para hacer claras sus demostraciones, porque los movimientos simultáneos no podrían ser representados en figuras, donde todo permanece naturalmente inmóvil. Por lo tanto, en diferentes épocas se han inventado aparatos destinados á ayudar la inteligencia de la juventud. Al principio se construyeron máquinas que figuraban el sistema solar entero. Pero estos aparatos costosos, imaginados sabiamente y ejecutados con arte, no llenaban sino imperfectamente el objeto deseado: eran complicados, costosos, incómodos y se prestaban bastante mal á la demostracion de los fenómenos particulares.

M. Robert, relojero de la marina imperial, creyó posi-

ble remediar estos inconvenientes; y al efecto construyó un aparato especial para cada órden de fenómenos que resulten de la misma causa.

Los ópticos y los relojeros que adoptan este sistema, realizan una parte del programa del ministro de Instruccion pública, el cual en el nuevo reglamento de estudios ha prescrito el uso de aparatos uranográficos para la enseñanza de la cosmografía en los liceos.

Despues del aparato de la precesion de los equinoccios, en el cual la composicion de las rotaciones dan una idea bastante exacta de este fenómeno tan difícil de concebir para los principiantes, observamos un instrumento muy ingenioso en su sencillez para representar las estaciones y retrogradacion de los planetas. Sabido es que las estaciones y retrogradaciones de los planetas dieron mucho que hacer á los antiguos, los cuales imaginaron hasta setenta y nueve círculos de cristal enlazados unos en otros para esplicar las posiciones sucesivas que toman los mundos planetarios para los habitantes de la tierra. Esta ilusion, debida á los movimientos combinados de la tierra y de sus compañeros alrededor del sol, se halla esplicada en este aparato por una combinacion análoga de movimientos de discos que representan á la Tierra y á Júpiter.

Es igualmente digno de la atencion de los profesores un tercer aparato que representa las estaciones y la desigualdad de los dias y de las noches. El de las fases de la Luna y el de los eclipses terminaban esta pequeña exposicion cosmográfica.

Para continuar nuestro exámen de los aparatos destinados al estudio de la cosmografía, necesitamos dejar por un momento la clase que visitamos y dirigimos hácia el departamento de Bélgica por la galería de las artes liberales.

No penetraremos todavía en las naciones extranjeras, y nos detendremos en la clase 90, hácia ese sepulcro que se tuvo la mala idea de colocar en la exposicion del ministerio de Instruccion pública.

Despues de buscar por largo rato, vemos por fin bajo una vitrina el pequeño *observatorio portatil* de M. Charles Emmanuel. Estraña idea fue la de encerrar de esta manera como á un culpable, á un instrumento útil que para dejar ver sus multiplicados resortes, necesita maniobrar libremente en el espacio: ¿Pero á qué quejarnos? Los dioses del Campo de Marte no tenian tiempo para escuchar quejas.

El observatorio portátil de M. Charles Emmanuel no dejaba por eso de ser una invencion excelente destinada á prestar grandes servicios en la enseñanza de la astronomía. Bajo una apariencia modesta es verdaderamente un *pantógrafo astronómico* que permite á cualquiera determinar la posicion de los astros bajo el triple punto de vista del horizonte, del ecuador y de la eclíptica. Se presta ademas á todas las operaciones geodésicas. Estas propiedades tan diversas le dan una marcada ventaja sobre las invenciones extranjeras de este género. «Con el auxilio de este nuevo instrumento, ha dicho M. Faye, se aprenderá en adelante sin trabajo en *ocho dias* lo que antiguamente se aprendia con mucha dificultad en ocho meses.»

Animado por tan brillante acogida, M. Charles Emmanuel ha querido todavía hacer mas; ha añadido á su pantógrafo un aparato auxiliar que es otra invencion, y al cual ha dado el nombre de *alfabeto astronómico*. No se puede inventar cosa mas sencilla; es un verdadero abecedario al alcance de todas las inteligencias, que presta un gran atractivo al estudio de la astronomía elemental y que muchas veces dá la solucion de los mas difíciles problemas.

Es un trabajo ingenioso y útil. M. Charles Emmanuel pasa ciertamente por un astrónomo herético, pero hay que ser justo con todo el mundo hasta con los hereges. Todo hombre que simplifica en algo la enseñanza de la ciencia debe ser felicitado por ello. Estamos en el siglo de la tolerancia, y no quemamos á las gentes. M. Emmanuel se empeña en que la tierra ha de girar de izquierda á derecha en vez de girar de derecha á izquierda. Este no es motivo para que nos incomodemos; lo importante es confesar que gira.

§ IV.

Geografía y cosmografía. — Mapas y planos. — Globos terestres. — Esferas celestes.

Nuestra visita á la esposicion va siendo muy larga y sin embargo estamos muy lejos de haber llegado á nuestro objeto. Si los escelentes instrumentos de la astronomía contemporánea han podido cautivar nuestra atencion, todavía no hemos podido dirigir una modesta ojeada á los aparatos de geografía y de cosmografía.

Por vez primera han figurado en una esposicion universal los mapas y aparatos de geografía y cosmografía; como si el conocimiento de la tierra debiera ser el último objeto de la atencion de sus habitantes. Los productos de esta clase designada con el número 13 en el catálogo de la esposicion de 1867 podian dividirse en 4 séries distinguidas ya por el catálogo mismo.

1.ª Los mapas aislados ó reunidos en atlas, que se subdividen en mapas geográficos, cosmográficos, astronómicos, marinos, horográficos, topográficos, geológicos, históricos, meteorológicos, de caminos etc.

2.ª Los globos terrestres ó celestes, los aparatos uranográficos etc.

3.ª Los planos y mapas en relieve.

4.ª Las obras, tablas, cuadros y demás accesorios de la geografía y de la cosmografía.

Solo en Paris es donde se fabrican las obras de esta industria, aun comprendiendo las que son estudiadas y publicadas en provincia.

Entre los progresos realizados en esta industria desde hace una docena de años, se pueden señalar dos puntos: 1.° El aceraje de las planchas de cobre destinado á preparar estas planchas para el trabajo de estampado; 2.° El uso de la fotografía como procedimiento espedito para facilitar la multiplicacion y amplificacion de los dibujos; 3.° El grabado en piedra ó en cobre por el procedimiento heliográfico; 4.° La cromo-lito-grafía y el cromo-grabado (se emplean colores múltiples en los mapas, sobre todo en los mapas especiales); 5.° La vulgarizacion de los planos en relieve por escala igual de las alturas y de las dimensiones horizontales; 6.° La impresion sobre superficies curvas para globos; 7.° La vulgarizacion de los diferentes métodos de proyeccion.

La manera de confeccionar los mapas es de competencia de la industria y por lo tanto no nos toca hablar de ello aquí. En cuanto á los trabajos originales de trazado y de construcion, se hallan centralizados, para la geografía territorial, en el Depósito de la Guerra, y para la navegacion, en el Depósito de la Marina.

Por lo comun los editores hacen ejecutar los mapas dedicados al comercio con arreglo á las publicaciones de los citados departamentos, recurriendo á los documentos oficiales facilitados por los gobiernos extranjeros, así como á los

trabajos de los viajeros y de los sabios de todos los paises.

El que no se ha dedicado á un estudio especial de la geografía y de la construccion de los mapas no puede formarse una idea fácil de la gran masa de documentos, de la acumulacion de trabajos que necesita la representacion rigorosa de una comarca, por poco estensa que sea, cuando se trata de representar, con algunos detalles, las desigualdades de la tierra, costas, torrentes, rios, montañas y colinas, así como la posicion de los centros de poblaciones, ciudades, villas y aldeas. Y mucho mas si á estos primeros é indispensables elementos se quieren agregar las indicaciones topográficas, las notas exactas que marcan la altura de los lugares. Las ciencias matemáticas deben ser tenidas en cuenta por el ingenioso geógrafo, para llevar á término feliz las largas y penosas operaciones indispensables para levantar un mapa: determinacion de las coordenadas, longitudes y latitudes de los puntos principales, triangulaciones, cálculos inmensos, y por último trazado el *mapa-minuta* destinado á ser reproducido por el grabado.

Las regiones de nuestro globo descritas y esploradas de esta manera son todavía en corto número, y no representan, sin duda, mas que una pequeña fraccion de su superficie total; pero recorriendo en la Exposicion la galería del *Material de las artes liberales*, donde se veian dispersas todas las obras de la cartografía contemporánea, no se podia menos de creer que la representacion científica de todas las regiones conocidas y habitadas ha de realizarse pronto. Los viajeros que hoy dia se consagran valerosamente á la exploracion de las partes desconocidas, preparan los materiales para una descripcion mas completa.

Los globos llevan á los mapas planos la gran ventaja de que son una representacion rigorosamente exacta, puesto

que la forma de su superficie es lo mas análoga posible á la de las regiones representadas, cualidad muy importante para la geografía de conjunto.

Entre los globos geográficos, hemos notado en particular los de Schedler, que ofrecen ademas de las indicaciones de geografía general, una multitud de datos útiles: las corrientes marinas con sus direcciones y velocidades, las líneas magnéticas de inclinacion y declinacion, las vias de comunicacion marítimas mas usadas, y las líneas telegráficas aéreas y submarinas.

Al entrar en la clase destinada á estos mapas, lo primero que llamaba la atencion eran los dos salones ocupados por la Exposicion de los ministerios de Guerra y Marina. En la de este último se veia un gran atlas de las principales publicaciones del depósito de mapas y planos, de la marina, instrucciones náuticas, mapas de la Cochinchina francesa y de la Nueva Caledonia y otros muchos mapas grabados.

El ministerio de la Guerra desplegaba en las altas paredes y en las estensas mesas que se le habian reservado, una gran coleccion de redes geodésicas, minutas topográficas y dibujos reducidos, planchas grabadas, pruebas, correcciones, reproducciones galvanoplásticas; reproducciones, ampliaciones y reducciones fotográficas de dibujos y de grabados. Entre los mapas han llamado con justicia la atencion de los visitantes los de Siria, del Africa romana, de la Argelia moderna, de la nivelacion de Francia, de Crimea, de la China y de Italia.

Por lo que á nosotros toca, diremos que desde el primer dia nos interesó una exposicion mas modesta, la de M. Josef Silbermann, del colegio de Francia, que comprendia una escogida coleccion de esferas y hemisferios terrestres,

marítimos y celestes, de diversas sustancias, á las cuales el constructor añadió mapas geográficos y etnográficos, y un sistema de proteccion.

Debe haber causado sorpresa el ver allí esferas, ó mejor dicho semiesferas celestes y terrestres *en hueco*. Pase respecto de las primeras, porque tal es la forma aparente en que se nos presenta el cielo estrellado; pero representar la tierra en forma cóncava, es un capricho difícil de justificar. Felicitaremos sin embargo al autor por su ingeniosa idea, tanto respecto á la representacion de la tierra como á la del cielo.

Gran número de hombres y de los mas ilustres, se han esforzado por hallar un sistema de representacion de la superficie terrestre en su plano; y es sin duda porque hallaban que la representacion verdadera sobre una bola, no respondia bien á la necesidad intelectual, muy importante segun ellos, que era preciso satisfacer. En efecto, el declive creciente en todas direcciones que presenta la esfera no permite á la vista abarcar en un conjunto las diferentes partes de la configuracion terrestre, porque la convexidad no deja contemplar en la plenitud (es decir normalmente) mas que una pequeñísima porcion de superficie, y por esto mismo impide apreciar con exactitud las proporciones de distancia, dimensiones y forma y las relaciones de posicion respectiva de las diferentes partes entre sí.

El medio de evitar estos inconvenientes es el objeto que todos aquellos hombres se propusieron. Y todos quisieron responder á los fines de la ciencia por medio de la representacion sobre una superficie plana. Pues bien, como la superficie de la esfera no es susceptible de desarrollo, toda representacion sobre otra superficie que no fuera la de la esfera misma seria una imágen muy alterada. Así vemos

que unos sacrifican las relaciones de dimension, la apariencia mas ó menos aproximada de la forma (por ejemplo, la proyeccion de Mercator); otros sacrifican esta á las relaciones de dimension (por ejemplo, el sistema homalográfico); y otros en fin, para evitar los estremos, sacrifican mas ó menos las dos cosas á la vez.

Ahora bien, puesto que la representacion en plano no podia hacerse sino alterando todas estas relaciones, la eleccion de cualquier superficie que no fuese la de la esfera no podia conducirles al fin que se proponian. De todo lo cual resulta, que hay necesidad de resolver el problema de obtener la vista sinóptica y normal en sus diferentes partes sin separarse de la esferidad. M. Silbermann ha salvado todas estas dificultades hasta donde la naturaleza lo permite, y esto por medio de un artificio cuyo principio es fácil de comprender.

Consiste en la depresion de la superficie *convexa en concavidad*. En lugar de una esfera en relieve, M. Silbermann ha hecho una esfera hueca. Así se logra examinar de una sola ojeada cerca de la mitad de nuestro esferoide sin alteracion alguna de la verdad, sobre todo si las miradas se fijan en un punto poco distante del centro de la esfera.

Por lo demás, aunque parezcan muy estraños á primera vista estos mapas cóncavos, un momento de reflexion hace comprender que, para llegar al fin que se propone la cartografía de conjunto (conciliar la verdad de las configuraciones con la necesidad de compararlas, con la realidad de las relaciones de distancia, de dimension y de las relaciones de posicion), estos mapas dan la solucion mas aproximada del problema.

Por otra parte, bajo el punto de vista de una esposicion clara y precisa de las diferentes órdenes de fenómenos me-

teorológicos, como los mapas celestes construidos sobre este principio dan la representacion real de las curvas múltiples, trazadas con arreglo al estado de estos fenómenos en diferentes puntos, ofrecen la inestimable ventaja de permitir al entendimiento adquirir á primera vista la nocion exacta de cada uno de ellos, así como de las correlaciones que presentan entre sí estas diferentes órdenes de fenómenos.

Estos mapas y sobre todo los trabajos geográficos de M. Silbermann, no han recibido la recompensa que merecian. Al apreciarlas el jurado, ha venido á demostrar que va atrasado en unos cuantos lustros respecto de los progresos de la ciencia geográfica, y que no ha sabido distinguir los mapas construidos por las relaciones de los últimos viajeros, y sobre todo por las observaciones hechas de órden del gobierno ruso, de los antiguos clisés usados para el comercio.

Triste es decirlo, pero es cierto.

Hemos observado igualmente en otra clase, los cuadros del mismo sabio, dibujados ó pintados al oleo para las demostraciones de los fenómenos de la física y de la meteorología; aparatos de esperimentos para el estudio de la física, entre los cuales se encuentra un ingeniosísimo prisma de agua á nivel y de refraccion variable, muy sencillo y excelente para las demostraciones, pero que ha pasado desapercibido.

Volvamos á los mapas geográficos. La exposicion de Andriveau-Goujon era digna por su riqueza de la reputacion que goza esa casa mucho tiempo há. La del ministerio de la Guerra no le aventajaba. Globos celestes y terrestres muy artisticamente formados y muy acabados excitaban la atencion y debieran haber inspirado á los ignorantes (¿y quién no lo es en Francia en geografía?) el deseo de hacer

mas amplio conocimiento con el mundo en que vivimos.

M. J. Vinot, nuestro colega de la sociedad para la Instruccion elemental, ha expuesto un instrumento que sirve para figurar el sistema planetario. El jurado, con buena inspiracion esta vez, ha concedido una recompensa al autor de este aparato. Nuestos lectores (que se interesen mucho en las cosas elevadas) deben saber que M. Vinot es director de un periódico muy útil denominado *Diario del Cielo*; es un periódico muy pequeño, pero que dá á los aficionados á la astronomía todas las noticias que pueden desear sobre la marcha de los acontecimientos celestes. ¡Cuántos hombres ambicionarían tener un periódico que profetizase la marcha de los acontecimientos terrestres! Pero es mas fácil conocer el cielo que la tierra, y los secretos de la naturaleza son mas trasparentes que los caprichos, debilidades y faltas del carácter humano.

A propósito de aparatos de observacion, hay uno por el cuál deberíamos haber empezado, y que hemos ido dejando para el último. Este aparato es el ojo humano. No quiero decir que se hayan expuesto en el palacio del Campo de Marte verdaderos ojos vivos, aunque esta sería materia larga. Hablo de los ojos artificiales, y entre ellos citaré en primer lugar los ojos de esmalte de M. Chappee, para colecciones de historia natural, figuras de cera y estátuas; los ojos artificiales de M. Letho para la taxidermia; los ojos y piezas de cera de los señores Diot, Pilon, Desjardins y Morainville; los aparatos para oculistas de M. Nachet, las piezas de patología ocular de los señores Boissonneau, etc., Esta pequeña rama del arte, que se enlaza por una parte con los aparatos médicos y por la otra con los científicos, se ha llevado á un alto grado de perfeccion. Hay entre estos ojos algunos mas bellos que los naturales.

A propósito de esto, recuerdo que una tarde tuve el honor de hablar con M. Poinsot, de la Direccion de longitudes, sobre un asunto importante de mecánica, cuando de improviso le ví sacar con gran indiferencia uno de sus ojos de la órbita y ponerle en cima de la mesa, como pudiera hacerlo con las gafas. Sorprendido con la accion y temiendo que hiciera lo mismo con el otro ojo, no pude menos de dar un paso atras esperimentando una impresion estraña. «¡Ah! qué, no sabiais.....» me dijo. Y luego tuvo la amabilidad de volver á ponerse su ojo y continuó mirándome, prosiguiendo la conversacion interrumpida.

En suma, esta exposicion de aparatos diversos, y en particular la de los mapas y esferas, es una escelente innovacion y tenia su sitio marcado en el palacio del Campo de Marte. Habrá servido para llamar la atencion sobre un punto de estudio muy necesario y que hace mucho tiempo debia ser popular en Francia; habrá escitado la aficion á los conocimientos geográficos; y será motivo del desarrollo de los estudios cosmográficos en nuestra jóven generacion. Esperamos alcanzar una época en que los niños de doce años sabrán menos pormenores de la caida de las murallas de Jericó al son de las trompetas y del trage que llevaba Susana en el baño, pero en que no colocarán á Quito en el polo Norte y á Estocolmo en el Ecuador.

XII.

LA CIENCIA EN LAS EXPOSICIONES.

(*Continuacion*).

§ I.

Fin de la exposicion de 1867.—La meteorología.

Terminaremos nuestra revista de las ciencias en exposicion universal de 1867 con el exámen de uno de los aparatos científicos mas bellos que se han expuesto, el *meteorógrafo* del padre Secchi, director del Observatorio de Roma. Y despues hablaremos de la exposicion marítima internacional del Havre.

La descripcion del meteorógrafo necesita ir precedida de un bosquejo rápido del estado actual de la meteorología, que trazaremos con arreglo á lo que enseña el mismo padre Secchi.

La meteorología no es mas que un gran problema de la física. Trátase de determinar las leyes que rigen la manera de distribuirse en nuestra atmósfera el calor, la presion barométrica, el vapor de agua y la electricidad, todo en relacion con los movimientos que el calor solar engendra en la capa superficial sólida, líquida y gaseosa de nuestro globo. Este problema por mas vasto que sea, no es en el fondo sino